

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002170761 A**(43) Date of publication of application: **14.06.02**

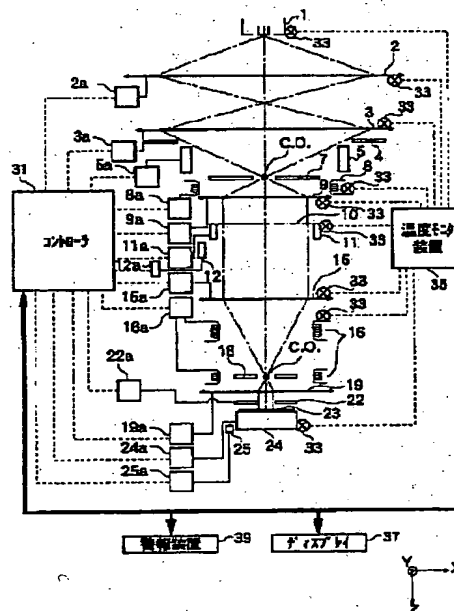
(51) Int. Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20(21) Application number: **2000366847**(71) Applicant: **NIKON CORP**(22) Date of filing: **01.12.00**(72) Inventor: **UDAGAWA HITOSHI****(54) SYSTEM AND METHOD FOR EXPOSURE AND METHOD OF MANUFACTURING DEVICE****(57) Abstract**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure system, etc., that performs stabler exposure.

SOLUTION: The exposure system measures temperature data from a temperature sensor 33 attached to each section of the system. In order to control temperature within an allowable range, the system transmits a temperature signal to a controller 31 from a temperature monitor 35. When an abrupt temperature change occurs in each section of the system, an alarm 39 gives an alarm and the controller 31 controls to return the temperature in each section to a normal temperature by reducing the temperature gradient in an abnormal section to a prescribed value or lower. Alternatively, the controller 31 calibrates the exposure system.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention mainly relates to the exposure method used for lithography, such as a semiconductor integrated circuit. Moreover, it is related with the device manufacture method of performing a lithography process using such an exposure method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to enable further small line breadth-ization of a semiconductor integrated circuit pattern in recent years, development of the high reduction projection type charged-particle line aligner of a throughput is performed. such an aligner -- electromagnetism -- the electron lens using the coil etc., deflecting system, SUTIGU meter, etc. are used electromagnetism -- as for a coil, a property changes with own generation of heat of a coil or external temperature change Consequently, a bad influence may attain to the image formation property and image-position control precision of an electron optics system. Moreover, expansion and deformation arise by the temperature change in the component of an aligner, and a bad influence may attain to pattern precision. Therefore, temperature management of an aligner poses an important problem.

[0003] In order to perform temperature management of an aligner, a highly efficient temperature controller and a highly efficient mechanism are developed. However, since a limitation is in the responsibility and the controllability of equipment, it is impossible to control temperature constantly in a very high precision as a matter of fact. Moreover, it is impossible to make deformation of each part of equipment by temperature change into zero.

[0004] this invention is made in view of such a problem, and aims at offering the aligner, the exposure method, and the device manufacture method of performing exposure stabilized more.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, it is the aligner of this invention. It is the aligner which imprints a pattern on an induction substrate. Means which always carries out the monitor of the temperature of each part of equipment Control section which a temperature signal is inputted from this means and controls the operational status of each part of an aligner It has. When the inclination of the temperature by which the monitor was carried out exceeds the set point, it is characterized by performing one or more [following].

(1) Perform the calibration of (3) equipment which stops (2) exposure operation which performs alarm operation to an operator.

[0006] Since change of the temperature gradient of each part of an aligner is sensed and an aligner can be controlled according to the size of the change, a temperature change can be coped with quickly and exposure stabilized more can be performed.

[0007] In the above-mentioned aligner It is desirable to provide an operator with the information on the temperature which carried out [aforementioned] the monitor on real time. Thereby, an operator tends to check the temperature state of an aligner and it can respond to a rapid temperature change promptly.

[0008] The exposure method of this invention When a pattern is imprinted on an induction substrate The monitor of the temperature of each part of an aligner is always carried out. In response to the input of this temperature signal that carried out the monitor, the operational status of each part of an aligner is controlled. When the inclination of the temperature by which the monitor was carried out exceeds the set point, it is characterized by performing one or more [following],.

(1) Perform the calibration of (3) equipment which stops (2) exposure operation which performs alarm operation to an operator.

[0009] The device manufacture method of this invention is characterized by including the lithography

process using the aforementioned exposure method.

[0010]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing. First, electron ray projection dew of a division imprint method

[0011] Drawing 2 is drawing showing the outline of the image formation relation to the whole optical system of the electron ray projection aligner of a division imprint method, and a control system. The electron gun 1 arranged in the style of [of optical system] the best is turned caudad, and emits an electron ray. Under the electron gun 1, it has two steps of condensing lenses 2 and 3, and it is completed by these condensing lenses 2 and 3, and an electron ray carries out image formation of crossover C.O. to the blanking opening 7.

[0012] The bottom of the second step of condensing lens 3 is equipped with the rectangle opening 4. This rectangle opening (lighting beam fabrication opening) 4 passes only the lighting beam which illuminates one subfield (pattern smallness field used as one unit of exposure) of a reticle (mask) 10. Image formation of the image of this opening 4 is carried out to a reticle 10 with a lens 9.

[0013] The blanking deflecting system 5 is arranged under the beam fabrication opening 4. This deflecting system 5 deflects a lighting beam at the time of the need, and hits against non-opening of the blanking opening 7, and it is made for a beam not to hit a reticle 10. The lighting beam deflection machine 8 is arranged under the blanking opening 7. This deflecting system 8 mainly scans a lighting beam sequentially in the longitudinal direction (the direction of X) of drawing 2, and illuminates each subfield of the reticle 10 in the visual field of lighting optical system. The lighting lens 9 is arranged under the deflecting system 8. The lighting lens 9 carries out image formation of the beam fabrication opening 4 on a reticle 10.

[0014] In fact, the reticle 10 has spread in the optical-axis vertical plane (X-Y side), and has many subfields. On the reticle 10, the pattern (chip pattern) which makes the semiconductor-device chip of a piece as a whole is formed. Of course, you may divide and arrange the pattern which makes one semiconductor-device chip to two or more reticles. The reticle 10 is laid on the reticle stage 11 which can move, and can illuminate each subfield on the reticle which spreads in the latus range rather than the visual field of lighting optical system by moving a reticle 10 to an optical-axis perpendicular direction (the XY direction). The position transducer 12 which used the laser interferometer is attached to the reticle stage 11, and the position of a reticle stage 11 can be correctly grasped on real time.

[0015] Under the reticle 10, the projection lenses 15 and 19 and deflecting system 16 are formed. Image formation of the electron ray which passed one subfield of a reticle 10 is carried out to the position on a wafer 23 by the projection lenses 15 and 19 and deflecting system 16. The suitable resist is applied on the wafer 23, the dose of an electron ray is given to a resist, the pattern on a reticle is reduced, and it imprints on a wafer 23.

[0016] Crossover C.O. is formed in the point which divides interiorly between a reticle 10 and wafers 23 by the reduction percentage ratio, and the contrast opening 18 is formed in this crossover position. This opening 18 is intercepted so that the electron ray scattered about in the non-pattern section of a reticle 10 may not reach a wafer 23.

[0017] The reflection-electron detector 22 is arranged right above [of a wafer 23]. This reflection-electron detector 22 detects the amount of the electron reflected by the mark on the exposed field of a wafer 23, or a stage. For example, the relative location of reticles 10 and 23 can be known by scanning the mark on a wafer 23 with the beam which passed the mark pattern on a reticle 10, and detecting the reflection electron from the mark in that case.

[0018] The wafer 23 is laid on the wafer stage 24 movable in the XY direction through the electrostatic chuck (not shown). Each part in the chip pattern which spreads exceeding the visual field of a projection optical system can be exposed one by one by carrying out the synchronous scan of the above-mentioned reticle stage 11 and the wafer stage 24 in the reverse direction mutually. In addition, the wafer stage 24 is also equipped with the same position transducer 25 as the above-mentioned reticle stage 11.

[0019] Each above-mentioned lenses 2, 3, 9, 15, and 19 and each deflecting system 5, 8, and 16 are controlled by the controller 31 through the coil power control sections 2a, 3a, 9a, 15a, and 19a, and each 5a, 8a and 16a. Moreover, a reticle stage 11 and the wafer stage 24 are also controlled by the controller 31 through the stage control sections 11a and 24a. The stage position transducers 12 and 25 send a signal to a controller 31 through the interfaces 12a and 25a containing amplifier, an A/D converter, etc. Moreover, the reflection-electron detector 22 also sends a signal to a controller 31 through same interface 22a.

[0020] A controller 31 grasps the control error of a stage position, and amends the error with the image-position adjustment deflecting system 16. Thereby, the reduction image of the subfield on a reticle 10 is correctly imprinted by the target position on a wafer 23. And each subfield image is made to ***** on a

wafer 23, and the whole chip pattern on a reticle is imprinted on a wafer.

[0021] In this aligner, the temperature sensors 33, such as a platinum resistor, are attached to an electron gun 1, lenses 2, 3, 9, 15, and 19, deflecting system 5 and 16, a stage 11, and 24 grades. the electromagnetism which constitutes a lens if the place in which a temperature sensor is attached is a lens -- you may attach in a coil directly and may attach in a magnetic-circuit yoke Moreover, if it is an electron gun 1, the thermometer for heater control of an electron gun can be diverted.

[0022] Each temperature sensor 33 is connected to the temperature monitoring device 35, and the temperature of each part of an aligner is always measured. The allowable temperature of each point of measurement can be set to the temperature monitoring device 35. The display 37 is connected to the temperature monitoring device 35. The measured temperature data are displayed on real time by the display 37, and an operator can check them. The method of presentation of temperature data can display temperature numerically, or it can also carry out graphical representation with data and desired value which were measured in the past. The alarm 39 and the controller 31 are connected to the temperature monitoring device 35. When the big temperature gradient has been sensed, the alarm of an alarm 39 is sounded. Furthermore, from the temperature monitoring device 35, a temperature signal is transmitted to a controller 31 so that it may return to the temperature gradient below predetermined.

[0023] Then, the exposure method concerning the gestalt of operation of this invention is explained.

Drawing 1 is a flow chart which shows the exposure method concerning the gestalt of operation of this invention. As shown in drawing 1 , temperature data are first measured from the temperature sensor 33 by which the temperature monitoring device 35 was attached in each part of an aligner (Step 21). temperature data display on a display 37 -- having (Step 23) -- in order to control temperature in tolerance, a temperature signal is transmitted to a controller 31 from the temperature monitoring device 35 if needed (Step 25) Usually, this step is repeated, and it exposes, keeping temperature constant. Although it changes with places, if the temperature allowed value of each part of an aligner is a projection system lens, for example, it is about 23 ± 0.1 degrees C.

[0024] a temperature change (for example, 0.04 degrees C/(s)) rapid to one part of the aligners -- being generated (Step 31) -- the alarm of an alarm 39 sounds (Step 33) and an operator is told about abnormalities The controller 31 which the operator coped with it or received the temperature signal from the temperature monitoring device 35 makes the temperature gradient of the unusual section below predetermined, and it controls to return the temperature of each part to normal (Step 35). It returns to Step 21 again, the monitor of the temperature data is carried out, and the existence of abnormalities is checked. It exposes stopping an alarm, returning to the loop of the usual steps 21 and 23, and keeping temperature constant, if abnormalities are lost.

[0025] In management of Step 35, when a temperature change is not settled, for example, a temperature change 0.08 degrees C [s] or more arises further (Step 41), an alarm which is different in Step 33 sounds from an alarm 39 (Step 43). And according to the temperature signal from the temperature monitoring device 35, a controller 31 performs the calibration of an aligner (Step 45). As a calibration, the scan of the beam which passed along the mark pattern on a reticle 10 is specifically carried out on the mark on a wafer 23, and the beam gap between reticle-wafers is amended. Or a focus, reduction percentage, etc. of a beam are amended. Furthermore, the temperature of each part of an aligner is controlled in tolerance. It exposes stopping an alarm, returning to the loop of the usual steps 21 and 23, and keeping temperature constant, if abnormalities are lost.

[0026] In management of Step 45, when a temperature change is not settled, for example, a temperature change 0.1 degrees C [s] or more arises further (Step 51), an alarm which is different in Step 43 sounds from an alarm 39 (Step 53). In this case, the temperature monitoring device 35 transmits a temperature signal to a controller 31, and stops exposure (Step 55). Specifically, stages 11 and 24 are stopped and the blanking of the beam is carried out. And it memorizes to the data log that the chip which was being exposed at this time is unusual (Step 57). Then, a calibration etc. is performed and the state which can be exposed is restored (Step 59). The following chip or exposure of a wafer is performed stopping an alarm, returning to the loop of the usual steps 21 and 23, and keeping temperature constant, if abnormalities are lost.

[0027] Next, the example of the device manufacture method of having used the electron ray imprint aligner which gave [above-mentioned] explanation is explained. Drawing 3 shows the flow of manufacture of minute devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, a liquid crystal panel, CCD, the thin film magnetic head, micro machine, etc.).

[0028] The circuit design of a semiconductor device is performed at Step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at Step 2 (mask manufacture). At this time, you may amend beam dotage by the proximity effect or the space charge effect by resizing locally about a

pattern. On the other hand, at Step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using material, such as silicon.

[0029] The front face of a wafer is oxidized at Step 4 (oxidization). An insulator layer is formed in a wafer front face at Step 5 (CVD). At Step 6 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at Step 7 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at Step 8 (resist processing). At Step 9 (electron beam exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out with electron beam imprint equipment at a wafer using the mask made from Step 2. An above-mentioned aligner is used in that case. At Step 10 (optical exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out by the optical stepper at a wafer using the mask for optical exposure similarly made from Step 2. Behind, this front stirrup may perform proximity-effect-correction exposure which equalizes the back scattering electron of an electron beam.

[0030] The exposed wafer is developed at Step 11 (development). At Step 12 (etching), portions other than a resist image are shaved off alternatively. The resist which etching ended and became unnecessary is removed at Step 13 (resist ablation). By carrying out by repeating Step 13 from Step 4, a circuit pattern is formed on a wafer multiplex.

[0031] Step 14 (assembly) is called back process, is a process semiconductor-chip-ized using the wafer produced by the upper process, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure). At Step 15 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at Step 14 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (Step 16).

[0032] Although the exposure method concerning the gestalt of operation of this invention etc. was explained referring to drawing 1 - drawing 3 above, this invention is not limited to this and can add various change.

[0033]

[Effect of the Invention] According to this invention, exposure stabilized more can be performed so that clearly from the above explanation.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Aligner characterized by performing one or more [following] when it has the means which is the aligner which imprints a pattern and always carries out the monitor of the temperature of each part of equipment on an induction substrate, and the control section which a temperature signal is inputted from this means and controls the operational status of each part of an aligner and the inclination of the temperature by which the monitor was carried out exceeds the set point;

(1) Perform the calibration of (3) equipment which stops (2) exposure operation which performs alarm operation to an operator.

[Claim 2] The aligner according to claim 1 characterized by providing an operator with the information on the temperature which carried out [aforementioned] the monitor on real time.

[Claim 3] The exposure method which controls the operational status of each part of an aligner in response to the input of the temperature signal which always carried out the monitor of the temperature of each part of an aligner, and carried out this monitor when imprinting a pattern on an induction substrate, and is characterized by performing one or more [following] when the inclination of the temperature by which the monitor was carried out exceeds the set point;

(1) Perform the calibration of (3) equipment which stops (2) exposure operation which performs alarm operation to an operator.

[Claim 4] The device manufacture method characterized by including the lithography process using the exposure method according to claim 3.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the flow chart which shows the exposure method concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the outline of the image formation relation to the whole optical system of the electron ray projection aligner of a division imprint method, and a control system.

[Drawing 3] The flow of manufacture of minute devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, a liquid crystal panel, CCD, the thin film magnetic head, micro machine, etc.) is shown.

[Description of Notations]

1 Electron Gun 2 Three Condensing Lens

4 Lighting Beam Fabrication Opening 5 Blanking Deflecting System

7 Blanking Opening 8 Lighting Beam Deflection Machine

9 Condensing Lens 10 Reticle (Mask)

11 Reticle Stage 12 Reticle-Stage Position Transducer

15 1st Projection Lens 16 Image-Position Adjustment Deflecting System

18 Contrast Opening 19 2nd Projection Lens

22 Reflection-Electron Detector 23 Wafer

24 Wafer Stage 25 Wafer Stage Position Transducer

31 Controller 33 Temperature Sensor

35 Temperature Monitoring Device 37 Display

39 Alarm

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-170761

(P2002-170761A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	タームコード (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 0 4 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 4		5 2 1 5 F 0 4 6
	5 2 1	H 0 1 L 21/30	5 4 1 U 5 F 0 5 6
			5 0 2 H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-366347(P2000-366347)

(22) 出願日 平成12年12月1日 (2000.12.1)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宇田川 仁

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(74) 代理人 100100413

弁理士 渡部 温 (外1名)

Fターム(参考) 2H097 BA02 CA16 LA10

5F046 DA26 DA30 DB02 DD06

5F056 BA10 BB10 BC02 BD05 CB40

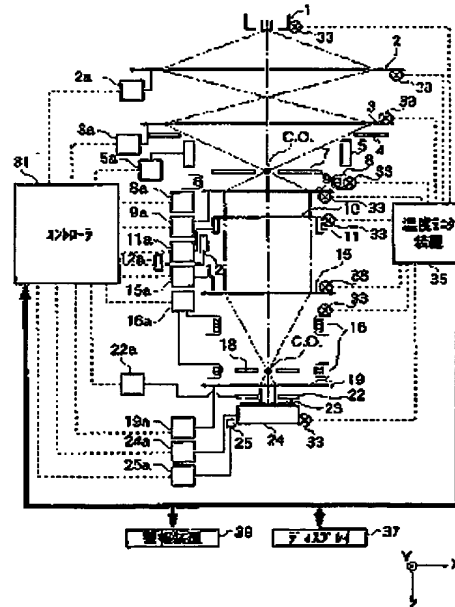
CD05

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 より安定した露光を行うことができる露光装置等を提供する。

【解決手段】 露光装置の各部に取り付けられた温度センサ33から温度データを測定する。温度を許容範囲内に制御するため、温度モニタ装置35からコントローラ31に温度信号を送信する。露光装置の各部に急激な温度変化が生じると、警報装置39の警報が鳴り、コントローラ31が異常部の温度勾配を所定以下にし、各部の温度を正常に戻すように制御する。あるいは、コントローラ31が露光装置のキャリブレーションを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、

装置各部の温度を常時モニタする手段と、

該手段から温度信号を入力されて露光装置各部の運転状態を制御する制御部と、

を備え、

モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする露光装置；

(1) オペレータに対して警報動作を行う、

(2) 露光運転を停止する、

(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【請求項2】 前記モニタした温度の情報をリアルタイムにオペレータに提供することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 感応基板上にパターンを転写する際に、露光装置各部の温度を常時モニタし、

該モニタした温度信号の入力を受けて露光装置各部の運転状態を制御し、

モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする露光方法；

(1) オペレータに対して警報動作を行う、

(2) 露光運転を停止する、

(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【請求項4】 請求項3記載の露光方法を用いるリソグラフィ工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に、半導体集積回路等のリソグラフィに用いられる露光方法等に関する。また、そのような露光方法を用いてリソグラフィ工程を行うデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年は、半導体集積回路パターンの更なる小線幅化を可能にするため、スルーホットの高い縮小投影型の荷電粒子線露光装置の開発が行われている。このような露光装置には、電磁コイル等を用いた電子レンズ、偏向器、ステージメーター等が利用されている。電磁コイルは、コイル自身の発熱や外部の温度変動により特性が変化する。その結果、電子光学系の結像特性・像位置制御精度に悪影響が及ぶことがある。また、露光装置の構成要素に温度変化により膨張や変形が生じ、パターン精度に悪影響が及ぶこともある。したがって、露光装置の温度管理は重要な問題となっている。

【0003】露光装置の温度管理を行うために、高性能な温度制御装置や機構が開発されている。しかし、装置の応答性や制御性に限界があるため、温度を極めて高い精度でコンスタントにコントロールすることは事実上不

可能である。また、温度変動による装置各部の変形をゼロにすることは不可能である。

【0004】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、より安定した露光を行うことができる露光装置、露光方法及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明の露光装置は、感応基板上にパターンを転写する露光装置であって、装置各部の温度を常時モニタする手段と、該手段から温度信号を入力されて露光装置各部の運転状態を制御する制御部と、を備え、モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする。

(1) オペレータに対して警報動作を行う、(2) 露光運転を停止する、(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【0006】露光装置各部の温度勾配の変化を感知し、その変化の大きさに応じて露光装置を制御できるので、温度変化に迅速に対処でき、より安定した露光を行える。

【0007】上記の露光装置においては、前記モニタした温度の情報をリアルタイムにオペレータに提供することが好ましい。これにより、露光装置の温度状態をオペレータが確認し易く、急激な温度変化に迅速に対応できる。

【0008】本発明の露光方法は、感応基板上にパターンを転写する際に、露光装置各部の温度を常時モニタし、該モニタした温度信号の入力を受けて露光装置各部の運転状態を制御し、モニタされた温度の勾配が設定値を越えた場合に、以下の1以上を行うことを特徴とする。

(1) オペレータに対して警報動作を行う、(2) 露光運転を停止する、(3) 装置のキャリブレーションを行う。

【0009】本発明のデバイス製造方法は、前記の露光方法を用いるリソグラフィ工程を含むことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ説明する。まず、分割転写方式の電子線投影露光技術の概要、並びに、本発明の実施の形態に係る露光装置について説明する。

【0011】図2は、分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。光学系の最上流に配置されている電子銃1は、下方に向けて電子線を放射する。電子銃1の下方には2段のコンデンサレンズ2、3が備えられており、電子線は、これらのコンデンサレンズ2、3によって収束されブランキング開口7にクロスオーバーC.O.を結像す

る。

【0012】二段目のコンデンサレンズ3の下には、矩形開口4が備えられている。この矩形開口（照明ビーム成形開口）4は、レチクル（マスク）10の一つのサブフィールド（露光の1単位となるパターン小領域）を照明する照明ビームのみを通過させる。この開口4の像は、レンズ9によってレチクル10に結像される。

【0013】ビーム成形開口4の下方には、ブランキング偏向器5が配置されている。同偏向器5は、必要時に照明ビームを偏向させてブランキング開口7の非開口部に当て、ビームがレチクル10に当たらないようにする。ブランキング開口7の下には、照明ビーム偏向器8が配置されている。この偏向器8は、主に照明ビームを図2の横方向（X方向）に順次走査して、照明光学系の視野内にあるレチクル10の各サブフィールドの照明を行う。偏向器8の下方には、照明レンズ9が配置されている。照明レンズ9は、レチクル10上にビーム成形開口4を結像させる。

【0014】レチクル10は、実際には光軸垂直面内（X-Y面）に広がっており、多数のサブフィールドを有する。レチクル10上には、全体として一つの半導体デバイスチップをなすパターン（チップパターン）が形成されている。もちろん、複数のレチクルに1個の半導体デバイスチップをなすパターンを分割して配置しても良い。レチクル10は移動可能なレチクルステージ11上に載置されており、レチクル10を光軸垂直方向（X-Y方向）に動かすことにより、照明光学系の視野よりも広い範囲に広がるレチクル上の各サブフィールドを照明することができる。レチクルステージ11には、レーザ干渉計を用いた位置検出器12が付設されており、レチクルステージ11の位置をリアルタイムで正確に把握することができる。

【0015】レチクル10の下方には投影レンズ15及び19並びに偏向器16が設けられている。レチクル10の一つのサブフィールドを通過した電子線は、投影レンズ15、19、偏向器16によってウェハ23上の所定の位置に結像される。ウェハ23上には、適当なレジストが塗布されており、レジストに電子線のドーズが与えられ、レチクル上のパターンが縮小されてウェハ23上に転写される。

【0016】レチクル10とウェハ23の間を縮小率比で内分する点にクロスオーバーC.O.が形成され、同クロスオーバー位置にはコントラスト開口18が設けられている。同開口18は、レチクル10の非パターン部で散乱された電子線がウェハ23に到達しないよう遮断する。

【0017】ウェハ23の直上には反射電子検出器22が配置されている。この反射電子検出器22は、ウェハ23の被露光面やステージ上のマークで反射される電子の量を検出する。例えばレチクル10上のマークパター

ンを通過したビームでウェハ23上のマークを走査し、その際のマークからの反射電子を検出することにより、レチクル10と23の相対的位置関係を知ることができる。

【0018】ウェハ23は、静電チャック（図示されず）を介して、XY方向に移動可能なウェハステージ24上に載置されている。上記レチクルステージ11とウェハステージ24とを、互いに逆の方向に同期走査することにより、投影光学系の視野を越えて広がるチップパターン内の各部を順次露光することができる。なお、ウェハステージ24にも、上述のレチクルステージ11と同様の位置検出器25が装備されている。

【0019】上記各レンズ2、3、9、15、19及び各偏向器5、8、16は、各々のコイル電源制御部2a、3a、9a、15a、19a及び5a、8a、16aを介してコントローラ31によりコントロールされる。また、レチクルステージ11及びウェハステージ24も、ステージ制御部11a、24aを介して、コントローラ31により制御される。ステージ位置検出器12、25は、アンプやA/D変換器等を含むインターフェース12a、25aを介してコントローラ31に信号を送る。また、反射電子検出器22も同様のインターフェース22aを介してコントローラ31に信号を送る。

【0020】コントローラ31は、ステージ位置の制御誤差を把握し、その誤差を像位置調整偏向器16で補正する。これにより、レチクル10上のサブフィールドの縮小像がウェハ23上の目標位置に正確に転写される。そして、ウェハ23上で各サブフィールド像が繋ぎ合わされて、レチクル上のチップパターン全体がウェハ上に転写される。

【0021】この露光装置においては、電子銃1、レンズ2、3、9、15、19、偏向器5、16、ステージ11、24等に、白金抵抗体等の温度センサ33が付設されている。温度センサを取り付ける場所は、例えばレンズであれば、レンズを構成する電磁コイルに直接取り付けてもよいし、磁気回路ヨークに取り付けでもよい。また、電子銃1であれば、電子銃のヒーター制御用の温度計を流用することができる。

【0022】各温度センサ33は、温度モニタ装置35に接続されており、常に露光装置各部の温度が測定される。温度モニタ装置35には、各測定点の許容温度を設定することができる。温度モニタ装置35には、ディスプレイ37が接続されている。測定された温度データは、リアルタイムにディスプレイ37に表示され、オペレータが確認することができる。温度データの表示方法は、温度を数値で表示したり、過去に測定されたデータや目標値とともにグラフ表示したりすることもできる。温度モニタ装置35には、警報装置39、コントローラ31が接続されている。大きな温度勾配が感知された場合には、警報装置39の警報を鳴らす。さらに、温度モ

ニタ装置35からは、所定以下の温度勾配に戻すように、温度信号がコントローラ31に送信される。

【0023】続いて、本発明の実施の形態に係る露光方法について説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る露光方法を示すフローチャートである。図1に示すように、まず、温度モニタ装置35が露光装置の各部に取り付けられた温度センサ33から温度データを測定する（ステップ21）。温度データがディスプレイ37に表示される（ステップ23）とともに、温度を許容範囲内に制御するため、必要に応じて温度モニタ装置35からコントローラ31に温度信号を送信する（ステップ25）。通常はこのステップを繰り返し、温度を一定に保ちつつ露光を行う。露光装置各部の温度許容値は、場所によって異なるが、例えば投影系レンズであれば、 $23 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 程度である。

【0024】露光装置のいずれかの部所に急激な温度変化（例えば、 $0.04^\circ\text{C}/\text{s}$ ）が生じる（ステップ31）と、警報装置39の警報が鳴り（ステップ33）、異常をオペレータに知らせる。オペレータが対処するか、温度モニタ装置35からの温度信号を受けたコントローラ31が異常部の温度勾配を所定以下にし、各部の温度を正常に戻すように制御する（ステップ35）。再びステップ21に戻り、温度データをモニタし、異常の有無を確認する。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ露光を行う。

【0025】ステップ35の対処では温度変化が収まらず、例えば、 $0.08^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上の温度変化がさらに生じた（ステップ41）場合には、ステップ33とは異なる警報が警報装置39から鳴る（ステップ43）。そして、温度モニタ装置35からの温度信号に応じてコントローラ31が露光装置のキャリブレーションを行う（ステップ45）。キャリブレーションとして、具体的には、レチクル10上のマークパターンを運ったビームをウェハ23上のマーク上でスキャンして、レチクル-ウェハ間でのビームずれを補正する。あるいは、ビームのフォーカスや縮小率等を補正する。さらに、露光装置各部の温度を許容範囲内に制御する。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ露光を行う。

【0026】ステップ45の対処では温度変化が収まらず、例えば、 $0.1^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上の温度変化がさらに生じた（ステップ51）場合には、ステップ43とは異なる警報が警報装置39から鳴る（ステップ53）。この場合には、温度モニタ装置35は、コントローラ31に温度信号を送信し、露光を中止する（ステップ55）。具体的には、ステージ11、24を停止し、ビームをブランピングさせる。そして、このとき露光していたチップが異常であることをデータログに記憶しておく（ステップ57）。その後、キャリブレーション等を行い、露光

可能な状態に復旧させる（ステップ59）。異常が無くなれば、警報を止め、通常のステップ21、23のループに戻り、温度を一定に保ちつつ次のチップ若しくはウェハの露光を行う。

【0027】次に上記説明した電子線転写露光装置を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図3は、微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

【0028】ステップ1（回路設計）では、半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。この時、パターンについて局部的にリサイズを施すことにより近接効果や空間電荷効果によるビームボケの補正を行ってもよい。一方、ステップ3（ウェハ製造）では、シリコン等の材料を用いてウェハを製造する。

【0029】ステップ4（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ5（CVD）では、ウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ6（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ7（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ8（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ9（電子ビーム露光）では、ステップ2で作ったマスクを用いて電子ビーム転写装置によって、マスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。その際、上述の露光装置を用いる。ステップ10（光露光）では、同じくステップ2で作った光露光用マスクを用いて、光ステッパーによってマスクの回路パターンをウェハに焼付露光する。この前又は後に、電子ビームの後方散乱電子を均一化する近接効果補正露光を行ってもよい。

【0030】ステップ11（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ12（エッチング）では、レジスト像以外の部分を選択的に削り取る。ステップ13（レジスト剥離）では、エッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。ステップ4からステップ13を繰り返し行うことによって、ウェハ上に多量に回路パターンが形成される。

【0031】ステップ14（組立）は、後工程と呼ばれる、上の工程によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ15（検査）では、ステップ14で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成しこれが出荷（ステップ16）される。

【0032】以上図1～図3を参照しつつ、本発明の実施の形態に係る露光方法等について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、様々な変異を加える

ことができる。

【0033】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、より安定した露光を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る露光方法を示すフローチャートである。

【図2】分割転写方式の電子線投影露光装置の光学系全体における結像関係及び制御系の概要を示す図である。

【図3】微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。

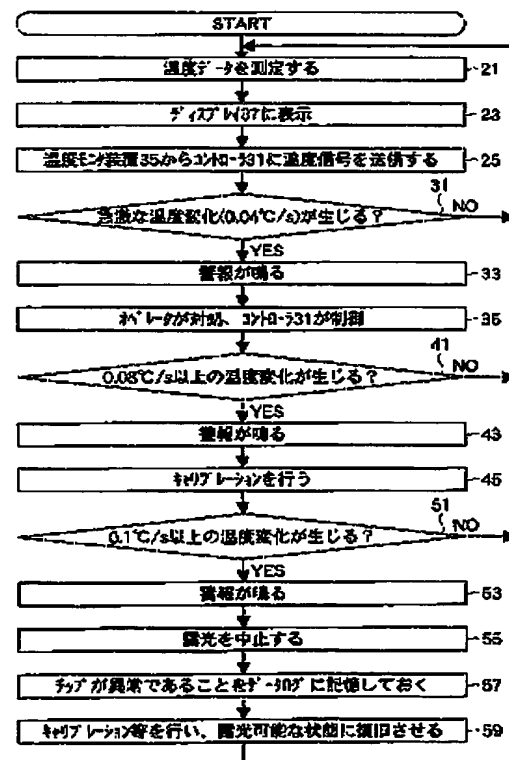
【符号の説明】

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 電子銃 | 2, 3 コンデンサレンズ |
| 4 照明ビーム成形開口 | 5 ブランキング偏向器 |
| 7 ブランキング開口 | 8 照明ビーム |

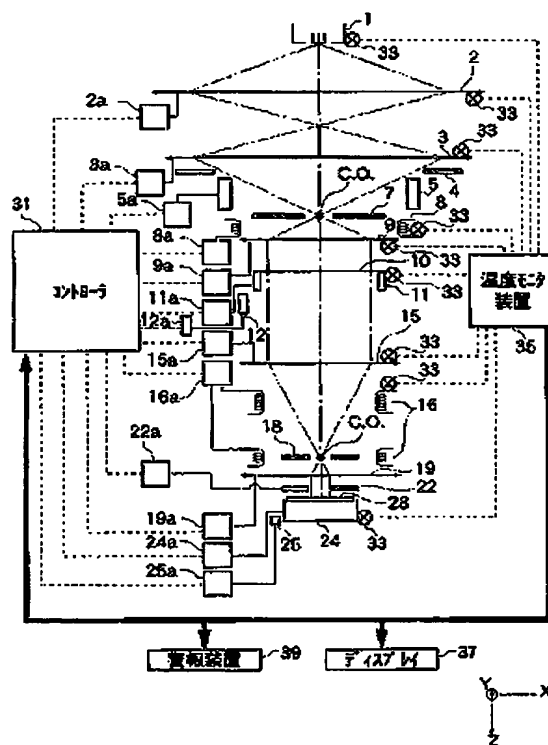
*ム偏向器

- | | |
|-------------|-------------|
| 9 コンデンサレンズ | 10 レチクル |
| (マスク) | |
| 11 レチクルステージ | 12 レチクル |
| ステージ位置検出器 | |
| 15 第1投影レンズ | 16 像位置調整偏向器 |
| 18 コントラスト開口 | 19 第2投影 |
| レンズ | |
| 22 反射電子検出器 | 23 ウェハ |
| 24 ウェハステージ | 25 ウェハス |
| ステージ位置検出器 | |
| 31 コントローラ | 33 温度セン |
| 35 温度モニタ装置 | 37 ディスブ |
| 39 警報装置 | |

【図1】



【図2】



【図3】

